

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-266575  
(43)Date of publication of application : 06.10.1998

(51)Int.Cl. E04G 21/16

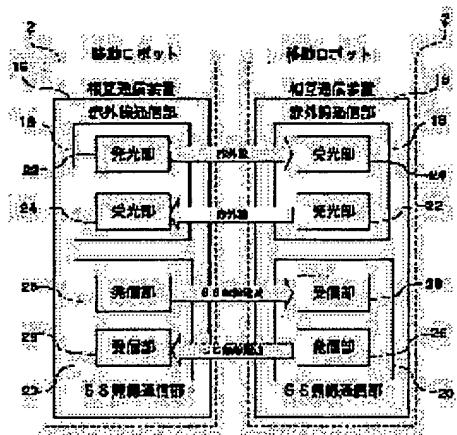
(21)Application number : 09-074000 (71)Applicant : OHBAYASHI CORP  
(22)Date of filing : 26.03.1997 (72)Inventor : WAKIZAKA TATSUYA  
IKEDA YUICHI

## (54) AUTONOMOUS MOBILE ROBOT FOR CONSTRUCTION

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an autonomous mobile robot for construction capable of conducting intercommunication even when the robot is subjected an adverse effect from weather elements such as rain, fog, dust, etc., while adopting an optical communication system as an intercommunication system between the robots and being proper to construction.

**SOLUTION:** The mobile robot 2 for construction moved at a job site in an autonomous manner has an intercommunication device 16 conducting intercommunication between the robots. The intercommunication device 16 has an infrared communication section 18 transmitting and receiving infrared rays or SS radio waves and performing intercommunication with another mobile robot and an SS radiocommunication section 20, inter communication is carried out by the SS radiocommunication section 20 when the robot is subject to an adverse effect from the weather such as rain, fog, dust, etc., and cannot intercommunicate with other mobile robots through the infrared communication section 18, and the SS radiocommunication section 20 is changed over immediately to the infrared communication section 18 and intercommunication is conducted.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-266575

(43)公開日 平成10年(1998)10月6日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

E 04 G 21/16

F I

E 04 G 21/16

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平9-74000

(71)出願人 000000549

株式会社大林組

大阪府大阪市中央区北浜東4番33号

(22)出願日 平成9年(1997)3月26日

(72)発明者 脇坂 達也

東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

(72)発明者 池田 雄一

東京都清瀬市下清戸4丁目640番地 株式会社大林組技術研究所内

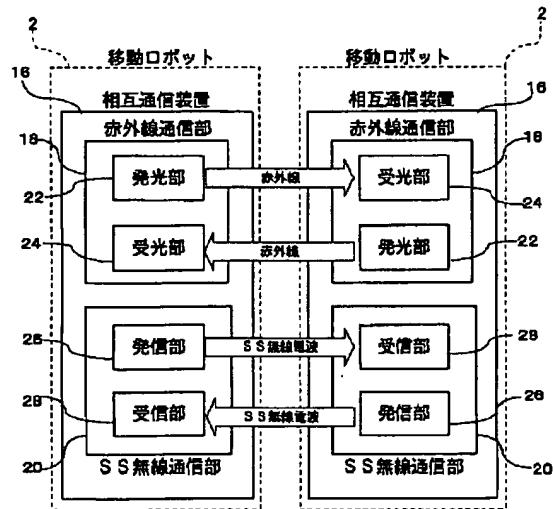
(74)代理人 弁理士 一色 健輔 (外2名)

(54)【発明の名称】 建築用自律移動ロボット

(57)【要約】

【課題】 ロボット間の相互通信方式として光通信方式を採用しつつ雨や霧、風塵などの天候要素から悪影響を受けても相互通信を行うことが可能な建築に適した建築用自律移動ロボットを提供すること。

【解決手段】 作業現場内を自律して移動する建築用移動ロボット2は、ロボット間で相互通信を行う相互通信装置16を備えている。相互通信装置16は、赤外線若しくはSS無線電波の発信及び受信を行って他の移動ロボットと相互通信を行う赤外線通信部18及びSS無線通信部20を有し、雨や霧、風塵などの天候から悪影響を受けて赤外線通信部18を介して他の移動ロボットと相互通信できないときにはSS無線通信部20により相互通信を行い、前記天候による悪影響が弱まったときは直ちに赤外線通信部18に切り替えて相互通信を行う。





柱や壁など建物の軀体部が不規則に存在しているため、前記光通信方式では、雨や霧、風塵などといった天候要素から悪影響を受けたり、前記建物軀体部から通信妨害を受けてロボット相互間の通信が良好に行えず、最悪の場合には誤作動を招く虞がある。

【0007】本発明は、前記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、ロボット間の相互通信方式として光通信方式を採用しつつ雨や霧、風塵などの天候要素による悪影響や柱や壁など建物軀体部から通信妨害を受けても相互通信を行うことが可能な建築に適した建築用自律移動ロボットを提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明に係る建築用自律移動ロボットにあっては、同一建築現場内に複数台配備され、自律移動して建築資材の運搬などの各種現場作業を実行する自律移動ロボットにおいて、該移動ロボットの移動方向に向かって自己存在主張光線を出力する光線出力手段と、他の移動ロボットから射出された該自己存在主張光線を全方向にわたり感知可能な光線センサーと、他の移動ロボットに対し通信光または無線電波を発信する一方、該他の移動ロボットから発信された通信光または無線電波を受信して該他の移動ロボットと相互通信を行う光通信手段及び無線通信手段の双方を有する相互通信装置とを備え、該相互通信装置は、該光線センサーが他の移動ロボットから出力された該自己存在主張光線を感知したときに、該他の移動ロボットに対して該光通信手段により該通信光を発信して該他の移動ロボットと該光通信手段を介して相互通信を行い、該光通信手段が該他の移動ロボットから発信された通信光を所定時間受信できなかったときには、該光通信手段により通信光を継続して発信し続けるとともに、該無線手段により該他の移動ロボットに対して無線電波を発信し、該無線通信手段が該他の移動ロボットから発信された無線電波を受信したときには該他の移動ロボットと該無線通信手段を介して相互通信を行う一方、該光通信手段が該他の移動ロボットから発信された通信光を受信したときには、該無線電波の発信を中止して該他の移動ロボットと該光通信手段を介して相互通信を行うようにしてなることを特徴とする。

【0009】前記構成を有する移動ロボットは、光線センサーが他の移動ロボットから出力された自己存在主張光線を感知することで、自己に対し接近してくる他の移動ロボットを検知することができる。このとき、相互通信装置は、前記他の移動ロボットに対して通信光を発信して他の移動ロボットと光通信手段を介して相互通信を行うようになっているので、前記他の移動ロボットと相互通信を行っている間は、通信光の発信方向を検出することができる。

【0010】ここで、前記他の移動ロボットから発信された前記通信光の発信方向を検出する発信方向検出手段

と、該発信方向検出手段により検出された発信方向を該他の移動ロボットの存在方向として、これに基づき自己の移動方向などの補正を行う自己補正手段とを備えていれば、ロボットはより正確で精度の高い自律移動を行うことができる。

【0011】一方、光通信手段が、雨や霧、風塵などの天候要素による悪影響や柱や壁などの建物軀体部による通信妨害があっても、他の移動ロボットから発信された通信光を所定時間受信できなかったときには、無線通信

手段が前記他の移動ロボットに対し天候要素からほとんど影響を受けない無線電波を発信し、この無線通信手段がその移動ロボットから発信された無線電波を受信したときには、前記他の移動ロボットと、無線通信手段を介して相互通信を行うようになっているので、光通信手段が雨や霧、風塵などといった天候要素による悪影響や柱や壁などの建物軀体部から通信妨害を受けたときでも、他の移動ロボットとは相互通信を行うことができる。

【0012】また、前記相互通信装置は、通信光を継続して発信し続けるようになっていて、光通信手段が前記他の移動ロボットから発信された通信光を受信したときには、無線電波の発信を中止して他の移動ロボットと光通信手段を介して相互通信を行うようになっているので、雨や霧などの悪天候などによる影響が弱まるなどして、前記他の移動ロボットと光通信手段を介して相互通信を行える状態に戻ったときには、直ちに光通信手段による相互通信を再開することができる。

【0013】さらに、前記無線通信手段が、前記他の移動ロボットに対してスペクトラム拡散方式で処理されたSS無線電波を発信する一方、該他の移動ロボットから発信された該SS無線電波を受信して該他の移動ロボットと相互通信を行うSS無線通信手段であれば、SS無線電波の利用により、通信距離が長くなる一方、通信妨害にも強くなり、確実な相互通信を行うことができる。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係る建築用自律移動ロボットの実施形態について、添付図面に基づき詳述する。

【0015】本発明に係る建築用自律移動ロボットは、作業現場において、建築資材の運搬などといった現場作業を行うものであり、特に、雨や霧、風塵などの天候による影響を直接受けることのある例えば建物の建築現場などの屋外で稼働し得るものである。

【0016】図1は、本発明に係る建築用自律移動ロボットの一例を示したものである。この移動ロボット2は、内界センサとして光ファイバージャイロ4及びエンコーダ6と、外界センサとしてCCDカメラ8（視覚センサ）とを備えていて、これらのセンサを使用して自らセンシングしながら、環境マップと呼ばれる作業現場内の柱や壁、資材などの障害物位置情報が盛り込まれた地図に基づいて、下部の走行駆動車輪10により作業現場

内を自由自在に自律して移動する。

【0017】この他、移動ロボット2は、自己存在主張光線として、赤外線を移動方向に向かって出力する光線出力手段としての赤外線出力部12と、他の移動ロボットから自己存在主張光線として出力された赤外線を全方位にわたって感知可能な光線センサーとしての赤外線センサー14とを備えている。これによって、各移動ロボット2は、他の移動ロボットが接近してきたときには、赤外線センサー14によって他の移動ロボットから出力された赤外線を感知して、他の移動ロボットをいずれの方向からも検知することができる。また、移動ロボット2は、赤外線センサー14が感知した赤外線の発信方向を検出する発信方向検出手段(図示外)を備えている、この発信方向検出手段により赤外線の発信方向を検出して他の移動ロボットの存在方向を特定することができる。

【0018】さらに、移動ロボット2は、このように他の移動ロボットが接近してきたときに、前記他の移動ロボットと衝突回避や前記環境マップ内の自己の補正などを目的として、他の移動ロボットからそのロボットの現在移動方向情報やそのロボットから見た自己の存在方向情報などの情報を相互にやりとりするための相互通信装置を備えている。図2は、本発明の実施の形態に係る相互通信装置の構成とロボット間の通信システムとを概略的に示したものである。相互通信装置16は、他の移動ロボットに対して通信光または無線電波を発信する一方、他の移動ロボットから発信された通信光または無線電波を受信して他の移動ロボットと相互通信を行う光通信手段及び無線通信手段として赤外線通信部18とSS無線通信部20とを有している。赤外線通信部18は通信光として赤外線を、SS無線通信部20は、無線電波として、スペクトラム拡散方式で処理されたSS無線電波を介して他の移動ロボットと相互通信を行う。赤外線通信部18は、赤外線を発信する発光部22と、赤外線を受信する受光部24とを有し、他の移動ロボットに対して発光部22から赤外線を発信する一方、他の移動ロボットから発信された赤外線を受光部24で受信して、他の移動ロボットと相互通信を行う。他方、SS無線通信部20は、SS無線電波を発信する発信部26と、SS無線電波を受信する受信部28とを有し、他の移動ロボットに対して発信部26でSS無線電波を発信する一方、他の移動ロボットから発信されたSS無線電波を受信部28で受信して、他の移動ロボットと相互通信を行う。

【0019】本実施の形態では、前記赤外線通信部18及び前記SS無線通信部20は、他の移動ロボットに対して赤外線若しくはSS無線電波の発信を行う発信モードと、他の移動ロボットから出力された赤外線若しくはSS無線電波の受信または受信待機を行う受信モードとをそれぞれ有し、これら発信モードと受信モードとに交

10 互に切り換えて他の移動ロボットと相互通信を行う。また、前記赤外線出力部12は前記赤外線通信部18の発光部22として、また前記赤外線センサー14はその受光部24として機能するようになっていて、赤外線出力部12は、接近してきた他の移動ロボットに対して赤外線を発信するために、移動ロボット2の移動方向以外の他の方向にも赤外線を出力できるように360°回転可能になっている。また、SS無線通信部20は、図1に示すように、移動ロボット2の外側に設けられたSS無

15 線アンテナ30を介してSS無線電波の発信及び受信を行なうようになっている。

【0020】そして、相互通信装置16が他の移動ロボットと赤外線通信部18を介して相互通信を行うことによって、当該移動ロボット2は、相互通信装置16の相互通信により他の移動ロボットからロボットの現在の移動方向やロボットから見たときの自己の存在方向などといった情報とともに、前記発信方向検出手段から他の移動ロボットの存在方向情報をも取得することができる。これらの情報により、移動ロボット2は、次に示すよう

20 25 手法により自己の移動方向の補正を行うことができる。

【0021】図3は、移動ロボットの自己の移動方向の補正方法の一例を説明するものである。移動ロボット2aの基準方向A<sub>1</sub>に対する自己の移動方向B<sub>1</sub>の角度α<sub>1</sub>が不明なときに、移動ロボット2aは、前記発信方向検出手段によって、自己の移動方向B<sub>1</sub>に対する他の移動ロボット2bの存在方向C<sub>1</sub>の角度β<sub>1</sub>を取得することができる。他方、他の移動ロボット2bからは、赤外線通信部18を介した相互通信によって、前記基準方向A<sub>1</sub>と平行な自己の基準方向A<sub>2</sub>に対する自己の移動方向B<sub>2</sub>の角度α<sub>2</sub>と、この移動方向B<sub>2</sub>に対する移動ロボット2aの存在方向C<sub>2</sub>の角度β<sub>2</sub>を得ることができる。すなわち、これらα<sub>1</sub>、α<sub>2</sub>、β<sub>1</sub>及びβ<sub>2</sub>の間に

30 35 は、図3からわかるように、| (α<sub>1</sub> - α<sub>2</sub>) + (β<sub>1</sub> - β<sub>2</sub>) | = πという関係式が成立つ。このことから、α<sub>1</sub>は、α<sub>2</sub>、β<sub>1</sub>及びβ<sub>2</sub>を取得できれば容易に得ることができる。つまり、移動ロボット2aは、赤外線通信部18を介した相互通信によって、現在の自己の移動方向を知ることができ、移動方向の補正を行うことができる。さらに、移動ロボット2に搭載されたCCDカメラ8や、この他超音波センサなどといった外界センサを使用すれば、他の移動ロボットとの間の相対距離を測定することができ、さらに、この相対距離

40 45 と、前記他の移動ロボットの存在方向とに基づいて、他の移動ロボットに対する相対位置をも知ることができ、自己の位置補正も可能となる。

【0022】このように、他の移動ロボットと赤外線通信部18を介して相互通信を行なえば、前述したように、移動ロボット2の自己補正を行なうことができるから、相互通信装置16は、可及的に、SS無線通信部2

0よりも赤外線通信部18を介して相互通信を行うようになっている。すなわち、相互通信装置16は、他の移動ロボットの接近により赤外線センサー14が他の移動ロボットから出力された赤外線を感知すると、赤外線通信部18により赤外線を発信して他の移動ロボットと当該赤外線通信部18を介して相互通信を図る。ここで、赤外線通信部18により相互通信が行えない場合、または相互通信中に通信不能な状態になった場合には、SS無線通信部20によりSS無線電波を発信して他の移動ロボットとSS無線通信部20を介して相互通信を図る。そして、赤外線通信部18により相互通信が可能になった場合には、直ちに赤外線通信部18を介して他の移動ロボットと相互通信を行うようになっている。

【0023】図4は、相互通信装置16の通信処理の流れを詳しく示したフローチャートである。赤外線センサー14の赤外線感知により、相互通信装置16は、赤外線通信部18を発信モードにして(STEP01)、前記発信方向検出手段に基づき特定された他の移動ロボットの存在方向に赤外線出力部12の出力方向を一致させて赤外線を発信し、その後、赤外線通信部18を受信モードにする(STEP02)。そして、所定時間の間に、赤外線通信部18が他の移動ロボットから出力された赤外線を受信できたか否かを判断し(STEP03)、赤外線を受信できたときには、移動ロボット2は自己の補正を行う(STEP04)。そして、作業を終了させるか否かを判断して(STEP05)、作業を終了させない場合には処理を終了する一方、作業を終了させない場合には再びSTEP01に戻る。

【0024】一方、赤外線を受信できなかったときには、SS無線通信部20を送信モードにして、SS無線電波を送信する(STEP06)。そして、SS無線通信部20を受信モードにして(STEP07)、SS無線通信部20を介して他の移動ロボットと相互通信を図る。そして、所定時間経過してから、SS無線通信部20が前記他の移動ロボットから出力されたSS無線電波を受信して相互通信できたか否かにかかわらず、STEP01に戻って、再び赤外線の発信を行い、他の移動ロボットと赤外線通信部18を介した相互通信を再度試みる。そして、他の移動ロボットから出力された赤外線を受信できるまで、SS無線通信部20により繰り返しSS無線電波を発信するとともに、赤外線通信部18により赤外線も繰り返し発信する。これにより、赤外線通信部18による通信が可能な状態になったときには、直ちに赤外線通信部18を介して相互通信を行うことができる。

【0025】これらのことから、前記移動ロボット2では、雨や霧、風塵などの天候要素による悪影響や柱や壁などの建物躯体部からの通信妨害を受けて、他の移動ロボットと赤外線通信部18を介して相互通信できない場合であっても、SS無線通信部20を介して相互通信を

図ることができる。しかも、赤外線通信部18による通信が不可能な状態でも、赤外線の発信を継続して行っているので、これが可能な状態になったときには、直ちに赤外線通信部18を介して相互通信を行うことができる。

【0026】特に、本実施の形態では、無線通信手段としてSS無線通信手段を採用し、無線電波がスペクトラム拡散処理されているため、優れた耐通信妨害性能と長い通信距離とを確保することができる。

10 【0027】図5は、前記移動ロボット2が同一現場内で複数台良好に稼働しているときの様子を示したものである。各移動ロボット2は、相互間距離が小さいときには赤外線通信部を介して相互通信を行う一方、相互間距離が長いときには赤外線通信部ではなくSS無線通信部を介して相互通信を行う。移動ロボット2間のSS無線通信に際しては、建築現場内に適宜配置された1台または複数台の中継車32などの通信中継手段により、SS無線電波を中継することで、建築現場内の壁34や柱36などといった障害物などの影響によって無線電波が直20接届かない位置に存在する移動ロボット2とも相互に通信を行うことができる。

【0028】ところで、前記実施の形態では、無線通信手段としてSS無線通信部を、光通信手段として赤外線通信部を例示して説明したが、これらについては他の無線通信手段または光通信手段であってもよい。

#### 【0029】

【発明の効果】前記発明の実施の形態で説明したように本発明に係る建築用自律移動ロボットによれば、光センサーが他の移動ロボットから出力された自己存在主張光線を感知したときに、他の移動ロボットと光通信手段を介して相互通信を行うようになっているので、他の移動ロボットの通信光の発信方向を検知して前記他の移動ロボットの存在方向情報を取得することができる。これにより、移動ロボットは、この取得した他の移動ロボットの存在方向情報に基づいて、自己の移動方向などの補正を行うことができ、より正確で精度の高い自律移動を行うことができる。また、雨や霧、風塵などの天候要素から影響を大きく受け、光通信手段が他の移動ロボットから発信された通信光を所定時間受信できなくなった場合40であっても、無線通信手段により無線電波を発信して他の移動ロボットと無線通信手段を介して相互通信を行うことができるので、光通信手段が雨や霧、風塵などの天候による悪影響や柱や壁などの建物躯体部による通信妨害を受けたときの補完を行うことができる。また、天候要素からの影響が弱まるなどして、前記他の移動ロボットと光通信手段を介して相互通信を行える状態に戻ったときには、直ちに光通信手段を介した相互通信を再開して他の移動ロボットの存在方向情報を取得することができる。

【図1】本発明に係る建築用自律移動ロボットの一例を示した側面図である。

【図2】本発明に係る建築用自律移動ロボットに搭載される相互通信装置のシステム構成の一例を概略的に示した概略構成図である。

【図3】本発明に係る建築用自律移動ロボットが他の移動ロボットと赤外線通信部を介して相互通信を行うことにより、自己の移動方向などの補正を行う方法を説明する説明図である。

【図4】他の移動ロボットが接近してきたときの相互通信装置の通信処理の流れを示したフローチャートである。

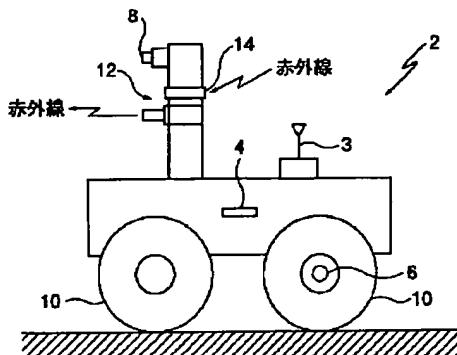
【図5】本発明に係る建築用自律移動ロボットが建築現場内で複数台稼働しているときの様子を示した説明図で\*

\*ある。

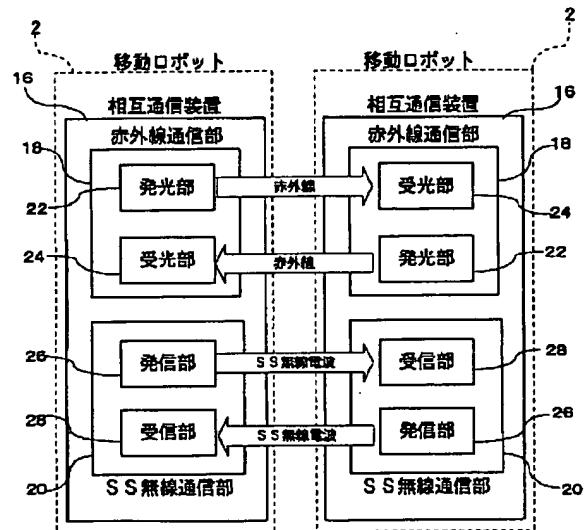
【符号の説明】

2	移動ロボット
12	赤外線出力部
14	赤外線センサー
16	相互通信装置
18	赤外線通信部
20	SS無線通信部
22	発光部
24	受光部
26	発信部
28	受信部
30	SS無線アンテナ
32	中継車

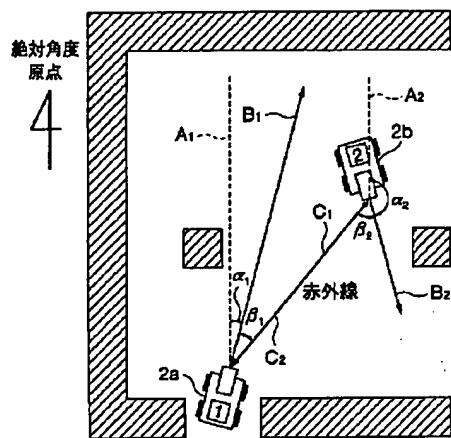
【図1】



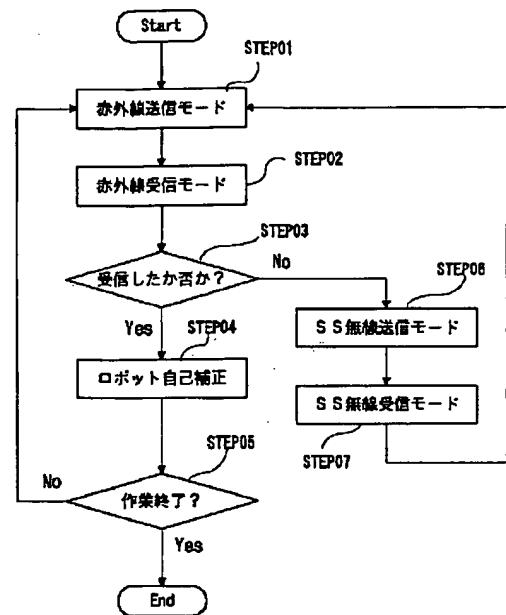
【図2】



【図3】

 $\alpha$  : 進行方向角度 $\beta$  : 進行方向に対する相手の角度

【図4】



【図5】

